

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-166333

(43) 公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 N 3/32

E

3/34

C

H 0 1 B 13/00

C 7244-5L

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-23100

(22) 出願日 平成7年(1995)2月10日

(31) 優先権主張番号 特願平6-245664

(32) 優先日 平6(1994)10月11日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72) 発明者 杉山 博康

大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号

住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 福田 豊

大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号

住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 黒見 恵子

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

住友電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 河野 登夫

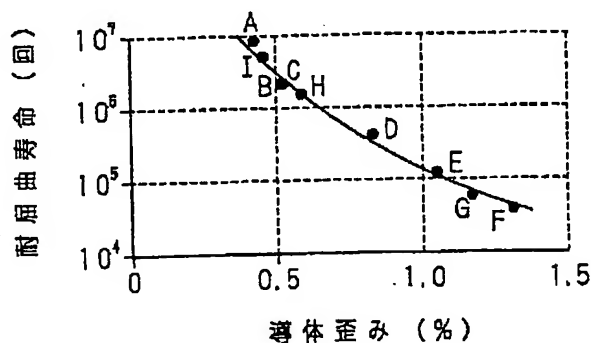
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合体の耐屈曲寿命予測方法及び複合体の耐屈曲性評価方法

(57) 【要約】

【目的】 導体を絶縁体で被覆した電線、フラットケーブル等の複合体の耐屈曲寿命を容易に予測すると共に、複数種の複合体の耐屈曲性の相対評価を得る。

【構成】 耐屈曲性評価試験装置に装着した複合体の導体部の最大歪み量と耐屈曲寿命との関係（または屈曲形状の理想半円からのずれ量と耐屈曲寿命との関係）を示すマスターグラフを予め作成しておき、耐屈曲性評価試験装置に装着した予測対象の複合体の導体部の最大歪み量（または屈曲形状の理想半円からのずれ量）を求め、求めた最大歪み量（または屈曲形状の理想半円からのずれ量）を作成しておいたマスターグラフに照合してこの複合体の耐屈曲寿命を予測する。また、複数種の複合体を耐屈曲性評価試験装置にそれぞれ装着した際の導体部の最大歪み量（または屈曲形状の理想半円からのずれ量）を比較することにより、これらの複合体の耐屈曲性を相対的に評価する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導体部を絶縁部で被覆してなる複合体について、耐屈曲性評価試験装置を用いて、その導体部の抵抗値が所定値に到達したときの屈曲回数で定義される耐屈曲寿命を予測する方法において、複合体を耐屈曲性評価試験装置に装着した際の導体部の最大歪み量及び／または屈曲形状の理想半円からのずれ量と実測した耐屈曲寿命との関係を予め求めておき、耐屈曲性評価試験装置に予測対象の複合体を装着した際の導体部の最大歪み量及び／または屈曲形状の理想半円からのずれ量を求め

ておいた関係に照合して複合体の耐屈曲寿命を予測することを特徴とする複合体の耐屈曲寿命予測方法。

【請求項2】 導体部を絶縁部で被覆してなる複合体について、耐屈曲性評価試験装置を用いて、その耐屈曲性を評価する方法において、複数の複合体を耐屈曲性評価試験装置にそれぞれ装着した際の導体部の最大歪み量及び／または屈曲形状の理想半円からのずれ量に基づいて、これらの複数の複合体の耐屈曲性を相対的に評価することを特徴とする複合体の耐屈曲性評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、導体を絶縁体で被覆した構成をなす複合体の耐屈曲寿命を予測する方法、及び、このような複合体の耐屈曲性を評価する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 電線、フラットケーブル、FPC (Flexible Printed Circuit: フレキシブルプリント配線板) 等のような、導体を絶縁材料にて被覆してなる複合体の耐屈曲性を評価する方法として、従来から以下に示すような方法が広く行われている。図10はこのような従来の評価試験方法の実施状態を示す図である。

【0003】 図10(a)は、一方の側にのみよく曲げるような用途の複合体に対する摺動屈曲評価試験の実施状態を示しており、試料となる複合体1を、距離2Rを隔てて対向配置した2枚の平行板2a、2bの間に、折り曲げて挟み込み、一方の平行板2aは固定し他方の平行板2bは摺動させながら、複合体1の外側、内側を一定にして、繰り返し屈曲させる。この試験方法では、複合体1が半円状に屈曲していると仮定し、面間隔2Rを直径として2枚の平行板2a、2bに接する半円を理想半円と定義し、その理想半円の半径Rを屈曲半径という。

【0004】 一方、図10(b)は、両側にわたって曲げるような用途の複合体に対するMIT屈曲評価試験の実施状態を示しており、試料となる複合体1を、所定の曲率半径Rを有する2個の治具3a、3bの周面に交互に巻き付ける事によって、複合体1の外側、内側を反転させながら繰り返し屈曲させる。この図10(b)に示す場合にも、球面体3a、3bの周面に沿った屈曲半径Rの理想半円が定義される。

【0005】 以上のようにして、評価対象の複合体を何回も繰り返して屈曲させ、その導体部の抵抗値が所定値(例えば、初期値の120%)に増加するまでの屈曲回数を測定し、その測定回数に応じて各複合体の耐屈曲性を評価している。また、導体部の抵抗値が所定値に到達したときの屈曲回数を、耐屈曲寿命と定義する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来の複合体の評価方法では、試料としての複合体を試験装置に取り付ける際には、図11(a)に示すように、平行板2a、2bに対して試料たる複合体1を垂直にする必要がある。しかし、常に図11(a)に示すような状態で取り付けることは困難であり、図11(b)に示すようにずれた状態で取り付けられることがある。また、試料としての複合体を作製する際に、設定値の寸法上の差異も生じる。従って、得られた耐屈曲性の評価結果に誤差、バラツキが発生するので、信頼性が高い評価結果を得るためには、条件(導体部、絶縁部の材料及び厚さ並びに評価時の屈曲半径)を同一にした試料を複数回にわたって試験しなければなら

なかった。

【0007】 また、上記条件を変更する毎に、その試料の作製、試験を行わなければならない、評価結果を得るために多大な労力と時間とを必要とするという問題があった。

【0008】 本発明は斯かる事情に鑑みてなされたものであり、導体を絶縁体で被覆した構成をなす複合体の耐屈曲寿命を極めて容易にしかも正確に予測できる複合体の耐屈曲寿命予測方法を提供することを目的とする。

【0009】 また、本発明の他の目的は、上述のような誤差、バラツキがない正確な複合体の耐屈曲性の評価結果を得ることができる複合体の耐屈曲性評価方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 以下、本発明の考案に到った経緯について簡単に説明する。複合体を構成する材料及びその構造により複合体の耐屈曲寿命が変化するのは、耐屈曲性を決定づける何らかの要因が存在するためであり、それを知ることができれば、耐屈曲寿命の容易な予測が可能であると本発明者等は考えた。耐屈曲性評価試験装置に試料(複合体)を装着した際に導体部の歪み量が多いことは、その部分に発生する応力が大きいことと同義である。ここで、導体単独にて耐屈曲性評価試験を施した場合に、図12に示すように、導体に加える引張り応力が大きくなる程、耐屈曲寿命は低下する。よって、複合体においても導体部に発生する最大歪み量が多くなる程、その部分に加わる応力が大きくなって耐屈曲寿命は低下すると考えられる。従って、耐屈曲性評価試験装置に試料(複合体)を装着した際に導体部に発生する最大歪み量が耐屈曲寿命を決定する要因であるという知見を得るに到った。

【0011】これまでの耐屈曲性評価試験装置により複合体の耐屈曲性を評価する場合、屈曲半径が一定であるときを捉えて、複合体の被覆部である絶縁体の厚さが同じであれば、図10(a), (b)に示すように、屈曲時の導体部の最大歪み量は一定であると考えられてきた。しかしながら、導体部の最大歪み量が耐屈曲寿命を決定する要因であるという知見に基づいて、実際は理想的な屈曲半径を常に維持して屈曲されているのではないことを、本発明者等は明らかにした。図13はこの状態を示す図であり、図13(a), 図13(b)はそれぞれ図10(a), 図10(b)に対応している。図13(a), (b)の破線に示す如く同じ屈曲半径の理想半円で屈曲していると考えられていた場合でも、実際には図13(a), (b)の太実線に示すように、複合体1の屈曲状態が異なっており、必ずしも設定条件通りには屈曲していない。

【0012】また、試料としての複合体1を耐屈曲性評価試験装置に装着した際に、図13(a), (b)の太実線に示す複合体1の屈曲形状が、図13(a), (b)の破線に示す理想半円からどの程度ずれているかも、耐屈曲寿命を予測する指標となり得る。複合体1の屈曲形状が理想半円から大きくずれておれば導体に局所的に大きな応力が加わるため、一般的に耐屈曲寿命は短く、あまりずれていなければ一般的に耐屈曲寿命は長いと言える。

【0013】従って、予め異なる条件(導体部、絶縁部の材料及び厚さ並びに屈曲半径)の複数の試料(複合体)について、それぞれを耐屈曲性評価試験装置に装着した際の導体部の最大歪み量または屈曲形状の理想半円からのずれ量と耐屈曲寿命とを求めて得られた関係を示す、図14に示すようなマスターカーブを予め作成しておけば、他の条件の試料(複合体)について、その試料を耐屈曲性評価試験装置に装着した場合の導体部の最大歪み量または屈曲形状の理想半円からのずれ量を求めることにより、このマスターカーブを参照してその試料の耐屈曲寿命を予測することができる。

【0014】本願の請求項1に係る複合体の耐屈曲寿命予測方法は、導体部を絶縁部で被覆してなる複合体について、耐屈曲性評価試験装置を用いて、その導体部の抵抗値が所定値に到達したときの屈曲回数で定義される耐屈曲寿命を予測する方法において、複合体を耐屈曲性評価試験装置に装着した際の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量と実測した耐屈曲寿命との関係を予め求めておき、耐屈曲性評価試験装置に予測対象の複合体を装着した際の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量を求めておいた関係に照合して複合体の耐屈曲寿命を予測することを特徴とする。

【0015】本願の請求項2に係る複合体の耐屈曲性評価方法は、導体部を絶縁部で被覆してなる複合体につい

て、耐屈曲性評価試験装置を用いて、その耐屈曲性を評価する方法において、複数の複合体を耐屈曲性評価試験装置にそれぞれ装着した際の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量に基づいて、これらの複数の複合体の耐屈曲性を相対的に評価することを特徴とする。

【0016】

【作用】請求項1の発明では、耐屈曲性評価試験装置に装着した場合の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量と耐屈曲寿命実験結果との関係を示すマスターカーブを予め作成しておき、寿命予測対象の複合体を耐屈曲性評価試験装置に装着した際の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量を求め、求めた最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量を作成しておいたこのマスターカーブに照らし合わせて、その複合体の耐屈曲寿命を予測する。よって、極めて容易に複合体の耐屈曲寿命を予測できる。

【0017】請求項2の発明では、前述したように耐屈曲性評価試験装置に複合体を装着した際の導体部の最大歪み量及び屈曲形状の理想半円からのずれ量が耐屈曲寿命を決定する要因であるので、上述したようなマスターカーブが予め作成されていない場合でも、異なる条件のそれぞれの複合体を耐屈曲性評価試験装置に装着した際の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量を求めて比較することにより、異なる条件の複数の複合体の耐屈曲性を相対的に比較評価することが可能である。

【0018】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0019】以下に述べる実施例では、複合体として、図1に示すような、導体11を接着剤12を介して絶縁フィルム13にて被覆したフラットケーブル10を使用する。導体11、絶縁フィルム13はそれぞれ軟銅、ポリエステルフィルムからなり、接着剤12としてポリエステル系接着剤を使用する。また、耐屈曲性評価試験装置としては、図10(a)に示すようなU字摺動屈曲試験装置を用いる。

【0020】まず、導体11、接着剤12、絶縁フィルム13の厚さが異なる複数種のフラットケーブル10を試料として作製し、評価試験時の屈曲半径Rを変化させて、これらを耐屈曲性評価試験装置に装着した場合の導体11の最大歪み量を求める。なお、このようなフラットケーブル10にあつては、導体11の屈曲形状を直接に捉えることはできないので、コンピュータを使用して有限要素法により屈曲時の導体11の最大歪み量を算出する。

【0021】また、作製した複数種のフラットケーブル10を試料として、評価試験時の屈曲半径Rを変化させて、耐屈曲性評価試験装置に装着した場合の屈曲形状の理想半円からのずれ量を求める。この場合のずれ量については、以下の3種の長さ(曲率半径、第1距離、第2

距離)の何れかを測定することにより評価する。図2は、ずれ量の1つの指標となる曲率半径 r の定義を示す模式図である。複合体としてのフラットケーブル10を2枚の平行板2a, 2bに挟んで屈曲させた場合に、フラットケーブル10の導体11の屈曲部頂点近傍の内側に接することができる最大円(破線で示す)の半径を曲率半径 r と定義する。また、図3は、ずれ量の他の指標となる第1距離 d_1 の定義を示す模式図である。複合体としてのフラットケーブル10を2枚の平行板2a, 2bに挟んで屈曲させた場合に、半径 R の理想半円(破線で示す)に屈曲させたときにフラットケーブル10が平行板2a, 2bから離れ始める位置からフラットケーブル10の実際の位置までの距離を第1距離 d_1 と定義する。更に、図4は、ずれ量の更に他の指標となる第2距離 d_2 の定義を示す模式図である。複合体としてのフラットケーブル10を2枚の平行板2a, 2bに挟んで屈曲させた場合に、フラットケーブル10が平行板2a, 2bから離れ始める位置を半径 R の理想半円(破線で示す)と一致させた際のフラットケーブル10の屈曲部の頂点と理想半円との距離を第2距離 d_2 と定義する。屈曲時のフラットケーブル10が理想半円に近づく程、曲率半径 r は大きくなって理想半円の半径 R に近づき、第1距離 d_1 及び第2距離 d_2 は小さくなって0に近づく。

【0022】上述した3種のずれ量は、屈曲時の導体11の最大歪み量と同様に、有限要素法による計算によって算出可能である。また、図5に示すような観察用治具20を使用すれば、顕微鏡観察にてこれらの3種のずれ量は測定可能である。観察用治具20は、「コ」の字状をなす板材からなり、対向する平行部20a, 20b間の内のはりは屈曲半径の2倍(2R)である。また、対向する各平行部20a, 20bには残りの辺部20cからRの距離の位置に目印21, 21が付けられている。また、辺部20cの中央(各平行部20a, 20bからそれぞれRの距離の位置)にも目印21が付けられている。このような観察用治具20にフラットケーブル10を装着して屈曲させることにより、目印21からのずれ等を顕微鏡で観察して3種のずれ量を測定できる。但し、曲率半径 r については、フラットケーブル10の接着剤12及び絶縁フィルム13が透明性を有する場合、または、フラットケーブル10の下側に光源を設けて導体

11が影となって観察できる場合に限ってのみ、顕微鏡観察が可能である。

【0023】なお、本実施例では、導体11の最大歪み量及び屈曲形状の理想半円からのずれ量(上述の3種のずれ量)は何れも、コンピュータによる計算結果により求めた。試料の構造、構成材料の物理定数、屈曲条件(屈曲半径、試験温度等)に基づいて、コンピュータにて最大歪み量及び理想半円からのずれ量(曲率半径、第1距離、第2距離)の算出は可能である。また、これらと同じ条件下での各試料の耐屈曲寿命を実験的に求める。この際、耐屈曲寿命とは、前述したように、導体11の抵抗値が初期値の120%に達するまでの屈曲回数を表すこととする。

【0024】このようにして求めた導体11の最大歪み量及び屈曲形状の理想半円からのずれ量と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブを作成する。図6～図9は、これらの作成したマスターカーブを表している。図6は、最大歪み量と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブであり、横軸は最大歪み量を歪み率(%)で示し、縦軸は耐屈曲寿命を対数軸(回)にて示す。また、図7は、上述した定義による導体11の曲率半径 r と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブであり、横軸は曲率半径 r (mm)を示し、縦軸は耐屈曲寿命を対数軸(回)にて示す。また、図8は、上述した定義による第1距離 d_1 と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブであり、横軸は第1距離 d_1 (mm)を示し、縦軸は耐屈曲寿命を対数軸(回)にて示す。更に、図9は、上述した定義による第2距離 d_2 と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブであり、横軸は第2距離 d_2 (mm)を示し、縦軸は耐屈曲寿命を対数軸(回)にて示す。なお、図6～図9の各A～I点における試料の構造及び試験条件は、下記第1表に示す通りである。なお、第1距離 d_1 、第2距離 d_2 に基づく耐屈曲寿命の予測は、試験時の屈曲半径 R が等しい場合にのみ行えるので、第1距離 d_1 、第2距離 d_2 については、屈曲半径 R を等しくした場合についてのデータのみからマスターカーブを作成している(図8, 図9参照)。

【0025】

【表1】

第 1 表

	導体11厚み (μm)	フィルム13厚 み (μm)	接着剤12厚 み (μm)	屈曲半径R (mm)	試験温度 ($^{\circ}\text{C}$)
A	70	25	30	10.0	25
B	70	25	30	7.5	25
C	70	25	30	7.5	85
D	70	25	30	5.0	25
E	80	25	30	5.0	25
F	100	25	30	5.0	25
G	100	50	30	5.0	25
H	50	25	30	5.0	25
I	35	25	30	5.0	25

【0026】そして、この作成した図6、図7、図8または図9に示すマスターカーブを参照して、他の条件のフラットケーブル10の耐屈曲寿命を予測する。即ち、予測したいフラットケーブル10を耐屈曲性評価試験装置に装着した場合の導体11の最大歪み量、曲率半径 r 、第1距離 d_1 または第2距離 d_2 の何れかをコンピュータにて算出し、算出した最大歪み量、曲率半径、第1距離または第2距離を図6、図7、図8または図9に示すマスターカーブに照らし合わせて、そのフラットケーブル10の耐屈曲寿命を予測する。このようなマスターカーブを備えておくと、耐屈曲性評価試験装置に装着した際の導体11の最大歪み量、曲率半径、第1距離または第2距離を求めるだけで、フラットケーブル10の耐屈曲寿命の予測を容易に行える。

【0027】また、有限要素法により算出した屈曲時の導体11の最大歪み量、曲率半径、第1距離または第2距離の何れかにて耐屈曲寿命を評価する場合は、従来例では避けられなかった誤差、バラツキをなくすることが可能となり、耐屈曲寿命の向上に有効な条件をより正確に探索できる。つまり、本実施例による複合体の耐屈曲寿命予測方法から得られる評価結果は、実験的に行う従来の評価方法と比較して信頼性の点で優れている。

【0028】ところで、耐屈曲寿命の実験結果がなくても、導体11の最大歪み量が小さい程、または、屈曲形状の理想半円からのずれ量が小さい程（曲率半径 r が大きい程、第1距離 d_1 、第2距離 d_2 が小さい程）、優れた耐屈曲性を有するフラットケーブル10であることは確認できる。よって、上述したようなマスターカーブを準備していない場合にあって、異なる条件のフラットケーブル10における屈曲時の導体11の最大歪み量、または、屈曲形状の理想半円からのずれ量を求めて比較することにより、耐屈曲性の相対的な比較を行える。そして、このことは、耐屈曲性の向上に有利な条件の探究に

利用できる。

【0029】なお、上述の実施例では、軟銅からなる導体と、ポリエステルフィルムからなる絶縁体と、ポリエステル系材料からなる接着剤とから構成したフラットケーブルを複合体として使用し、U字摺動屈曲試験装置を耐屈曲性評価試験装置として用い、屈曲形状の理想半円からのずれ量をすべてコンピュータを用いて求めた場合について説明したが、これらは単なる例示であり、本発明において、複合体の構造、構成材料、耐屈曲性評価試験装置、理想半円からのずれ量の求め方などが上述した実施例に限定されるものでないことは言うまでもない。

【0030】また、上述の実施例では、導体部の最大歪み量、または、屈曲形状の理想半円からのずれ量の何れかに基づいて、耐屈曲寿命の予測、耐屈曲性の相対的比較を行う場合について説明したが、導体部の最大歪み量及び屈曲形状の理想半円からのずれ量の両方を鑑みて、耐屈曲寿命の予測、耐屈曲性の相対的比較を行うようにしても良いことは勿論である。

【0031】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明では、耐屈曲性評価試験装置に装着した際の複合体の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量を求めることにより、極めて容易にその複合体の耐屈曲寿命を予測することが可能である。よって、多数種の複合体について耐屈曲寿命を求める場合に従来例ではその試料作製・屈曲試験に必要とした多大な労力と時間とを削減でき、耐屈曲寿命の向上に好適な条件の探索の効率化、及び、新製品開発の迅速化を図ることも可能となる。また、信頼性の点で優れた評価方法であるので、複合体の信頼性を裏付ける指標としても利用できる。

【0032】また、請求項2の発明では、耐屈曲性評価試験装置に装着した際の複合体の導体部の最大歪み量及び/または屈曲形状の理想半円からのずれ量を比較し合

うことにより、異なる種類の複合体の耐屈曲性を相対的に評価できるので、優れた耐屈曲性を有する複合体の開発の促進に大いに寄与できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例に用いた複合体（フラットケーブル）の構成図である。

【図 2】本発明の実施例における屈曲形状の理想半円からのずれ量（曲率半径 r ）の定義を説明するための模式図である。

【図 3】本発明の実施例における屈曲形状の理想半円からのずれ量（第 1 距離 d_1 ）の定義を説明するための模式図である。

【図 4】本発明の実施例における屈曲形状の理想半円からのずれ量（第 2 距離 d_2 ）の定義を説明するための模式図である。

【図 5】本発明の実施例において屈曲形状の理想半円からのずれ量を観察により求める際に使用する観察用治具の斜視図である。

【図 6】本発明の実施例における導体部の最大歪み量と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブを表すグラフである。

【図 7】本発明の実施例における曲率半径 r と耐屈曲寿

命との関係を示すマスターカーブを表すグラフである。

【図 8】本発明の実施例における第 1 距離 d_1 と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブを表すグラフである。

【図 9】本発明の実施例における第 2 距離 d_2 と耐屈曲寿命との関係を示すマスターカーブを表すグラフである。

【図 10】従来の耐屈曲性評価試験の実施状態を示す模式図である。

【図 11】従来例の問題点を説明するための図である。

【図 12】導体単独の場合の引張り応力と破断までの屈曲回数との関係を示すグラフである。

【図 13】耐屈曲性評価試験装置に装着した複合体の屈曲形状を示す模式図である。

【図 14】本発明の概念を説明するためのマスターカーブを表すグラフである。

【符号の説明】

10 フラットケーブル（複合体）

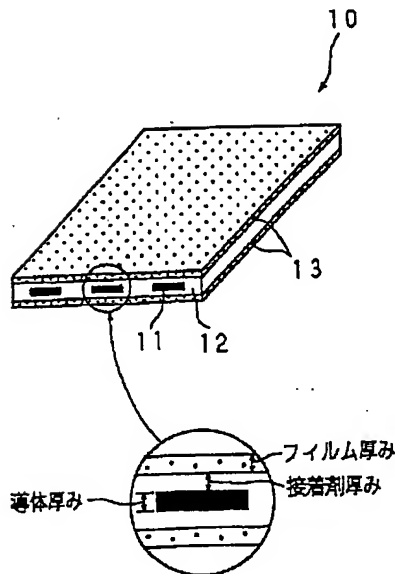
11 導体（軟銅）

12 接着剤（ポリエステル系接着剤）

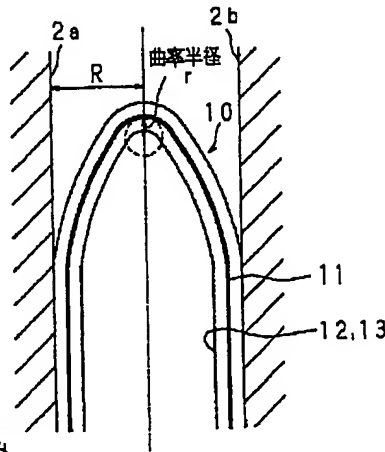
13 絶縁フィルム（ポリエステルフィルム）

20 観察用治具

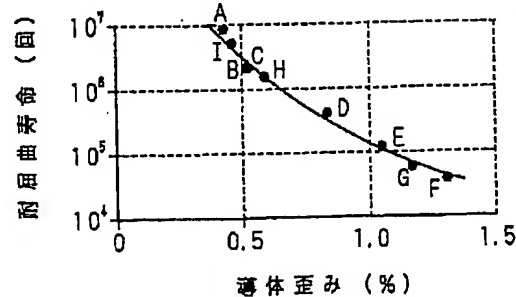
【図 1】



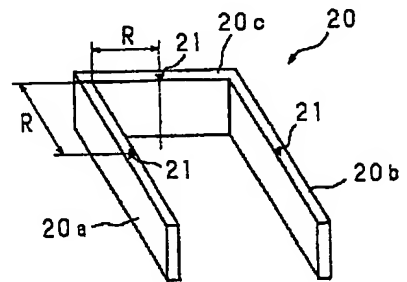
【図 2】



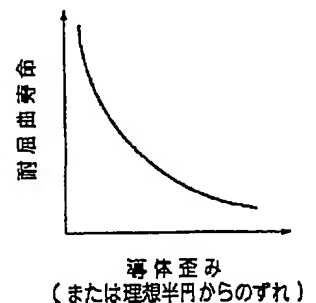
【図 6】



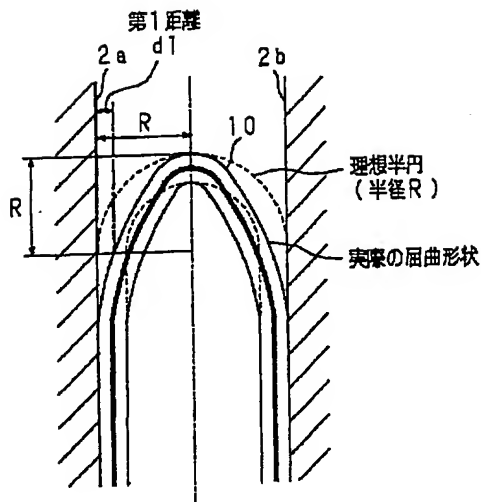
【図 5】



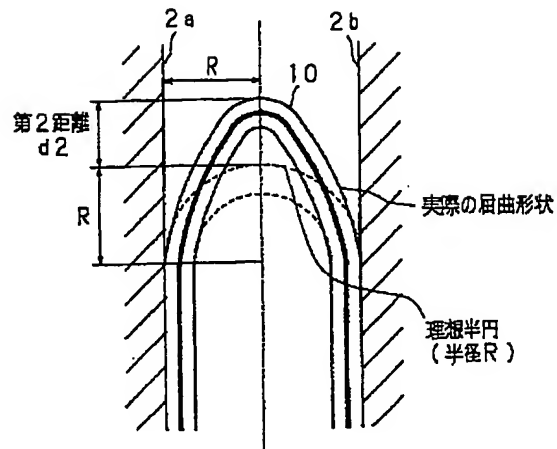
【図 14】



【図3】

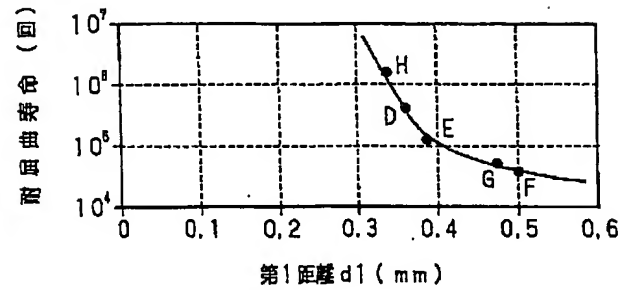
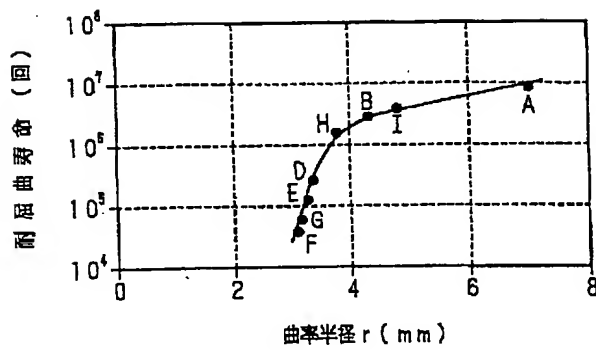


【図4】



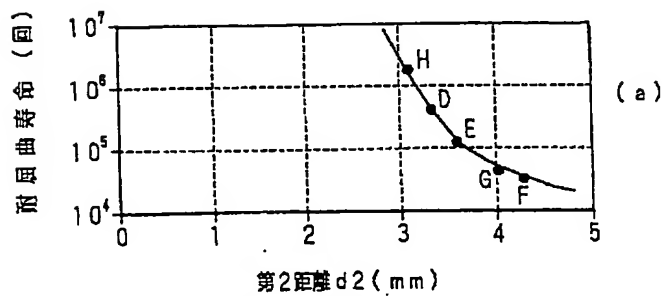
【図8】

【図7】

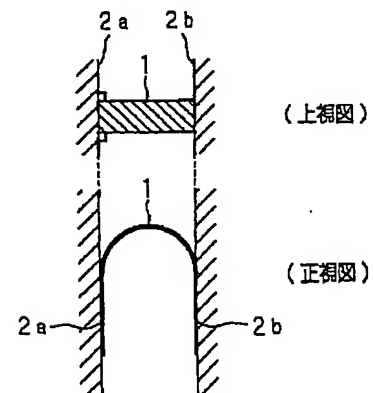


【図11】

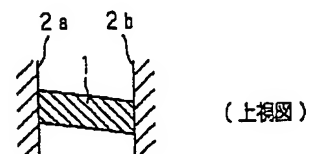
【図9】



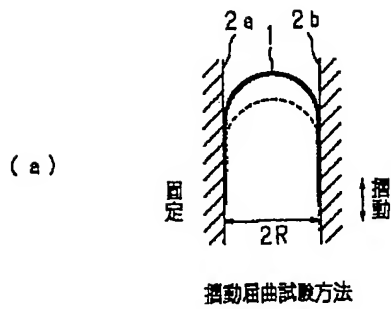
(a)



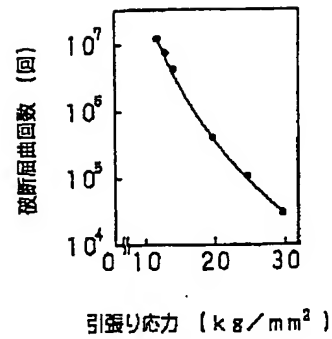
(b)



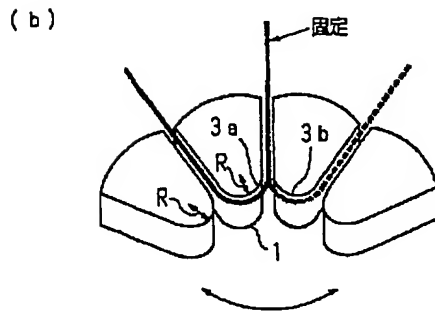
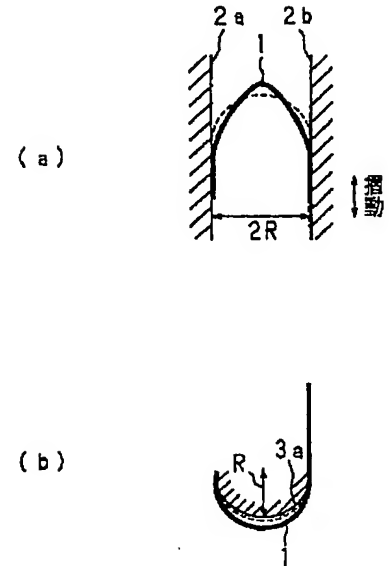
【図10】



【図12】



【図13】



MIT(Massachusetts
Institute of
Technology) 屈曲試験方法

フロントページの続き

(72) 発明者 二階堂 智史
大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
住友電気工業株式会社内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-166333

(43)Date of publication of application : 25.06.1996

(51)Int.Cl.

G01N 3/32

G01N 3/34

H01B 13/00

(21)Application number : 07-023100

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 10.02.1995

(72)Inventor : SUGIYAMA HIROYASU

FUKUDA YUTAKA

KUROMI KEIKO

NIKAIDO TOMOHITO

(30)Priority

Priority

06245664

Priority

11.10.1994

Priority

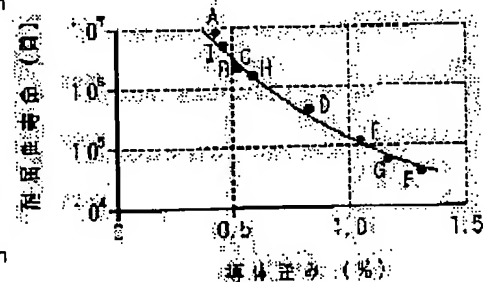
JP

(54) ESTIMATION METHOD OF BEND-RESISTANT LIFE OF COMPOSITE BODY AND EVALUATION METHOD OF BEND-RESISTANT PROPERTY OF COMPOSITE BODY

(57)Abstract:

PURPOSE: To easily estimate the bend-resistant life of a composite body such as an electric wire in which a conductor has been coated with an insulator, a flat cable or the like and to obtain the relative evaluation of the bend-resistant property of a plurality of kinds of composite bodies.

CONSTITUTION: A master graph indicating the relationship between the maximum strain amount and the bend-resistant life of a conductor part for a composite body which has been mounted on, and attached to, a bend-resistant-property evaluation and testing apparatus (or the relationship between the deviation amount from an ideal semicircle of a bend shape and its bend-resistant life) is created in advance. Then, the maximum strain amount of the conductor part for the composite body, as an object to be estimated, which has been mounted on, and attached to, the bend-resistant property evaluation and testing apparatus (or the deviation amount from the ideal semicircle of the bend shape) is found. The found maximum strain amount (or the deviation amount from the ideal semicircle of the bend shape) is collated with the created master graph, and the bend-resistant life of the composite body is estimated. In addition, maximum strain amounts of conductor parts at a time when a plurality of composite bodies have been mounted on, and attached to, the bend-resistant property evaluation and testing apparatus (or deviation amounts from ideal semicircles of bend shapes) are compared, and the bend-resistant property of the respective composite bodies is evaluated relatively.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the technique of predicting the incurvation-proof life defined by the number of times of incurvation when the resistance of the section reaches a predetermined value a conductor — the complex which comes to cover the section with the insulating section — a flexibility evaluation testing device — using — the conductor — It asks for the relation with the incurvation-proof life surveyed with the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration beforehand, the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with complex — the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with the complex for a forecast — the incurvation-proof life forecast technique of the complex characterized by collating with the relation which calculated the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, and predicting the incurvation-proof life of complex

[Claim 2] a conductor — the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with two or more complex in the technique of evaluating the flexibility, about the complex which comes to cover the section with the insulating section using a flexibility evaluation testing device, respectively — the flexibility evaluation technique of the complex characterized by evaluating the flexibility of two or more of these complex relatively based on the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] this invention relates to the technique of predicting the incurvation-proof life of the complex which makes the configuration which covered the conductor with the insulator, and the method of evaluating the flexibility of such complex.

[0002]

[Description of the Prior Art] Technique which is shown below from the former is widely performed as technique of evaluating the flexibility of the complex which comes to cover conductors, such as electrical wire, a flat cable, and FPC (Flexible Printed Circuit: flexible printed wiring board), with an insulating material. Drawing 10 is drawing showing the operation status of such a conventional evaluation test method.

[0003] two parallel plates 2a which separated distance 2R and carried out opposite arrangement of the complex 1 which drawing 10 (a) shows the operation status of a sliding incurvation evaluation examination over the complex of intended use which is often bent only to one side, and serves as a sample — between 2b It bends and puts, one parallel plate 2a is fixed, making it slide, the outside of complex 1 and the inside are fixed and parallel plate 2b of another side carries out repeat incurvation. The semicircle to which complex 1 assumes that it is crooked in the shape of a semicircle, makes spacing 2R a diameter, and touches two parallel plates 2a and 2b is defined by this method as an ideal semicircle, and radius R of the ideal semicircle is called incurvation radius.

[0004] On the other hand, drawing 10 (b) shows the operation status of MIT incurvation evaluation examination over the complex of intended use which is bent over both sides, and it is made repeatedly crooked by twisting the complex 1 used as a sample around the peripheral surface of two fixture 3a which has predetermined radius-of-curvature R, and 3b by turns, reversing the outside of complex 1, and the inside. When shown in this drawing 10 (b), the ideal semicircle of incurvation radius R in alignment with the peripheral surface of spherical-surface field 3a and 3b is defined.

[0005] the complex for evaluation is repeated repeatedly as mentioned above, and it is crooked — making — the conductor — the number of times of incurvation until the resistance of the section increases to a predetermined value (for example, 120 % of initial value) is measured, and the flexibility of each complex is evaluated according to the measurement count moreover, a conductor — the number of times of incurvation when the resistance of the section reaches a predetermined value is defined as an incurvation-proof life

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the evaluation technique of the conventional complex, in case the complex as a sample is attached in a testing device, as shown in drawing 11 (a), it is necessary to make the sample slack complex 1 perpendicular to parallel plate 2a and 2b. However, it may be attached in the status that it shifted as it was difficult to attach in the status that it is always shown in drawing 11 (a) and it was shown in drawing 11 (b). Moreover, in case the complex as a sample is produced, the differentiation in the dimension of the set point is also produced. Therefore, it is an error to the evaluation result of the obtained flexibility. Since variation occurs, in order to obtain a reliable evaluation result, the sample which made the same conditions (conductor the material of the section and the insulating section, thickness, and the incurvation radius at the time of evaluation) had to be examined over multiple times.

[0007] Moreover, whenever it changed the above-mentioned conditions, production of the sample and the examination had to be performed, and in order to obtain an evaluation result, there was a problem need a great effort and great time.

[0008] It aims at offering the incurvation-proof life forecast technique of the complex which can predict very easily and correctly the incurvation-proof life of the complex which this invention is made in view of ** or *****, and makes the configuration which covered the conductor with the insulator.

[0009] Moreover, other purposes of this invention are to offer the flexibility evaluation technique of complex that the evaluation result of the flexibility of the exact complex without the above errors and variation can be obtained.

[0010]

[Means for Solving the Problem] Hereafter, the circumstances where it resulted in the design of this invention are explained briefly. It was because a certain factor which determines a flexibility exists that the incurvation-proof life of complex changes with the material which constitutes complex, and its structures, and when it could be known, this invention person etc. thought that an easy forecast of an incurvation-proof life was possible. the time of equipping a flexibility evaluation testing device with a sample (complex) — a conductor — it is that the stress

generated into the fraction is large, and homonymy that the amount of asymmetry of the section is large here — a conductor — an incurvation-proof life falls so that the tension stress applied to a conductor becomes large as shown in drawing 12, when it is independently alike and a flexibility evaluation examination is performed therefore, complex — also setting — a conductor — the stress applied to the fraction becomes large, and it is thought that an incurvation-proof life falls so that the amount of the maximum asymmetry generated among the section becomes large therefore, the time of equipping a flexibility evaluation testing device with a sample (complex) — a conductor — the amount of the maximum asymmetry generated among the section came to acquire the knowledge that it is the factor which determines an incurvation-proof life

[0011] when an old flexibility evaluation testing device estimates the flexibility of complex, the time when the incurvation radius is fixed is caught, and if the thickness of the insulator which is the covering section of complex is the same, it is shown in drawing 10 (a) and (b) — as — the conductor at the time of incurvation — it has been thought that the amount of the maximum asymmetry of the section is fixed however, a conductor — this invention person etc. showed clearly that the amount of the maximum asymmetry of the section always maintains an incurvation radius ideal in practice, and is not crooked based on the knowledge that it is the factor which determines an incurvation-proof life Drawing 13 is drawing showing this status, and drawing 13 (a) and the drawing 13 (b) are equivalent to drawing 10 (a) and the drawing 10 (b), respectively. As shown in the dashed line of drawing 13 (a) and (b), even when it is thought that it is crooked by the ideal semicircle of the same incurvation radius, as shown in ***** of drawing 13 (a) and (b) in fact, the incurvation status of complex 1 differs and it is not necessarily crooked as setups.

[0012] Moreover, when a flexibility evaluation testing device is equipped with the complex 1 as a sample, how much the incurvation configuration of the complex 1 shown in ***** of drawing 13 (a) and (b) is shifted from the ideal semicircle shown in the dashed line of drawing 13 (a) and (b) may become the index which predicts an incurvation-proof life. Since big stress will be locally applied to a conductor if the incurvation configuration of complex 1 is greatly shifted from the ideal semicircle, generally an incurvation-proof life is short, and if it has seldom shifted, generally it can be said that an incurvation-proof life is long.

[0013] therefore, about two or more samples (complex) of beforehand different conditions (conductor the material, the thickness, and the incurvation radius of the section and the insulating section) the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with each, if a master curve which shows the relation obtained in quest of the amount of the maximum asymmetry of the section or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, and the incurvation-proof life and which is shown in drawing 14 is created beforehand the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with the sample about the sample (complex) of other conditions — with reference to this master curve, the incurvation-proof life of the sample can be predicted by calculating the amount of the maximum asymmetry of the section, or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration

[0014] The incurvation-proof life forecast technique of the complex concerning the claim 1 of this application In the technique of predicting the incurvation-proof life defined by the number of times of incurvation when the resistance of the section reaches a predetermined value a conductor — the complex which comes to cover the section with the insulating section — a flexibility evaluation testing device — using — the conductor — It asks for the relation with the incurvation-proof life surveyed with the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration beforehand. the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with complex — the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with the complex for a forecast — it is characterized by collating with the relation which calculated the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, and predicting the incurvation-proof life of complex

[0015] the flexibility evaluation technique of the complex concerning the claim 2 of this application — a conductor — the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with two or more complex in the technique of evaluating the flexibility, about the complex which comes to cover the section with the insulating section using a flexibility evaluation testing device, respectively — based on the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, it is characterized by evaluating the flexibility of two or more of these complex relatively

[0016]

[Function] The master curve which shows the relation between the amount of the maximum asymmetry of the section and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, and an incurvation-proof life experimental result is created beforehand. the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device in invention of a claim 1 — The amount of the maximum asymmetry of the section and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration are calculated. the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with the complex for a life forecast — It checks in this master curve that created the calculated amount of the maximum asymmetry, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, and the incurvation-proof life of the complex is predicted. Therefore, the incurvation-proof life of complex can be predicted very easily.

[0017] the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with complex in invention of a claim 2, as mentioned above, since the amount of the maximum asymmetry of the section and the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration are the factors which determine an incurvation-proof life the conductor at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with each complex of different

conditions, even when a master curve which was mentioned above is not created beforehand — by comparing in quest of the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration. It is possible to carry out comparative evaluation of the flexibility of two or more complex of different conditions relatively.

[0018]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained.

[0019] The flat cable 10 which covered as complex the conductor 11 which is shown in drawing 1 with the example described below with the insulating film 13 through adhesives 12 is used. Conductor 11, The insulating film 13 is annealed copper, respectively. It consists of a polyester film and polyester system adhesives are used as adhesives 12. Moreover, as a flexibility evaluation testing device, a U character sliding incurvation testing device which is shown in drawing 10 (a) is used.

[0020] First, two or more sorts of flat cables 10 with which the thickness of a conductor 11, the adhesives 12, and the insulating film 13 is different are produced as a sample, incurvation radius R at the time of an evaluation examination is changed, and the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with these is calculated. In addition, if it is in such a flat cable 10, since the incurvation configuration of a conductor 11 cannot be caught directly, the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 at the time of incurvation is computed with a finite element method using a computer.

[0021] Moreover, incurvation radius R at the time of an evaluation examination is changed, using two or more sorts of produced flat cables 10 as a sample, and the amount of gaps from the ideal semicircle of the incurvation configuration at the time of equipping a flexibility evaluation testing device is calculated. About the amount of gaps in this case, it evaluates by measuring either of three sorts of following lengths (radius of curvature, the 1st distance, the 2nd distance). Drawing 2 is a ** type view showing a definition of radius-of-curvature r used as one index of the amount of gaps. When two parallel plates 2a and 2b are made crooked on both sides of the flat cable 10 as complex, the radius of the maximum circle (a dashed line shows) which can touch the inside near the flection summit of the conductor 11 of a flat cable 10 is defined as radius-of-curvature r. Moreover, drawing 3 is a ** type view showing a definition of the 1st distance d1 used as other indexes of the amount of gaps. When two parallel plates 2a and 2b are made crooked on both sides of the flat cable 10 as complex, when the ideal semicircle (a dashed line shows) of radius R is made crooked, the distance from the position where a flat cable 10 begins to separate from parallel plate 2a and 2b to the actual position of a flat cable 10 is defined as the 1st distance d1. Furthermore, drawing 4 is a ** type view showing a definition of the 2nd distance d2 used as the index of further others of the amount of gaps. When two parallel plates 2a and 2b are made crooked on both sides of the flat cable 10 as complex, the distance of the summit of the flection of the flat cable 10 at the time of making in agreement with the ideal semicircle (a dashed line showing) of radius R the position whose flat cable 10 begins to separate from parallel plate 2a and 2b, and an ideal semicircle is defined as the 2nd distance d2. Radius-of-curvature r becomes large and approaches radius R of an ideal semicircle, and the 1st distance d1 and the 2nd distance d2 become small, and approach 0 so that the flat cable 10 at the time of incurvation approaches an ideal semicircle.

[0022] Three sorts of amounts of gaps mentioned above are computable with the calculation by the finite element method like the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 at the time of incurvation. Moreover, if the fixture for observation 20 which is shown in drawing 5 is used, three sorts of these amounts of gaps are measurable at microscope observation. The fixture for observation 20 consists of a plate which makes the shape of a character of "H", and the inner size between parallel part 20a which counters, and 20b is twice (2R) the incurvation radius. moreover, **** 20c of the remainder [b / 20/ each parallel part 20a which counters, and] **** — a mark 21 and 21 are attached to the position of the distance of R. Moreover, **** 20c The mark 21 is put also in the center (respectively from each parallel part 20a and 20b position of the distance of R). By equipping such a fixture for observation 20 with a flat cable 10, and making it crooked, the gap from a mark 21 etc. is observed under a microscope, and three sorts of amounts of gaps can be measured. However, about radius-of-curvature r, when the adhesives 12 and the insulating film 13 of a flat cable 10 have transparency, or when the light source is prepared in the flat cable 10 bottom, a conductor 11 serves as a shadow and it can observe, only by restricting, microscope observation is possible.

[0023] In addition, in this example, the amount of the maximum asymmetry of a conductor 11 and the amount (three sorts of above-mentioned amounts of gaps) of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration asked also for what ** by the calculation result by the computer. Based on the structure of a sample, the physical constant of a component, and incurvation conditions (an incurvation radius, test temperature, etc.), calculation of the amount of the maximum asymmetry and the amount (radius of curvature, the 1st distance, the 2nd distance) of gaps from an ideal semicircle is possible by computer. Moreover, the incurvation-proof life of each sample under the same condition as these is searched for experimentally. In this case, suppose that an incurvation-proof life expresses the number of times of incurvation until the resistance of a conductor 11 reaches 120 % of initial value as mentioned above.

[0024] Thus, the master curve which shows the relation between the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 for which it asked and the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, and an incurvation-proof life is created. Drawing 6 - view 9 expresses these created master curves. the master curve whose drawing 6 shows the relation between the amount of the maximum asymmetry, and an incurvation-proof life — it is — a quadrature axis — the amount of the maximum asymmetry — a distortion rate (%) — being shown — an axis of ordinate — an incurvation-proof life — a logarithm — a shaft (time) shows moreover, the

master curve which shows the relation of radius-of-curvature r of a conductor 11 and the incurvation-proof life by the definition which mentioned drawing 7 above — it is — a quadrature axis — radius-of-curvature r (mm) — being shown — an axis of ordinate — an incurvation-proof life — a logarithm — a shaft (time) shows moreover, the master curve which shows the relation of the 1st distance $d1$ and the incurvation-proof life by the definition which mentioned drawing 8 above — it is — a quadrature axis — the 1st distance $d1$ (mm) — being shown — an axis of ordinate — an incurvation-proof life — a logarithm — a shaft (time) shows furthermore, the master curve which shows the relation of the 2nd distance $d2$ and the incurvation-proof life by the definition which mentioned drawing 9 above — it is — a quadrature axis — the 2nd distance $d2$ (mm) — being shown — an axis of ordinate — an incurvation-proof life — a logarithm — a shaft (time) shows In addition, the structure and the test condition of the sample in A-each I points of drawing 6 - view 9 are as being shown in the 1st following table. In addition, about the 1st distance $d1$ and the 2nd distance $d2$, since a forecast of the incurvation-proof life based on the 1st distance $d1$ and the 2nd distance $d2$ can be performed only when incurvation radius R at the time of an examination is equal, when incurvation radius R is made equal, the master curve is created only from the data of an about (refer to [drawing 8 and] the drawing 9).

[0025]

[Table 1]

第 1 表

	導体11厚み (μm)	フィルム13厚 み (μm)	接着剤12厚 み (μm)	屈曲半径R (mm)	試験温度 ($^{\circ}\text{C}$)
A	70	25	30	10.0	25
B	70	25	30	7.5	25
C	70	25	30	7.5	85
D	70	25	30	5.0	25
E	80	25	30	5.0	25
F	100	25	30	5.0	25
G	100	50	30	5.0	25
H	50	25	30	5.0	25
I	35	25	30	5.0	25

[0026] And with reference to the master curve shown in this created drawing 6 , the drawing 7 , the drawing 8 , or the drawing 9 , the incurvation-proof life of the flat cable 10 of other conditions is predicted. That is, either the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 at the time of equipping a flexibility evaluation testing device with the flat cable 10 predicting, radius-of-curvature r , the 1st distance $d1$ or the 2nd distance $d2$ is computed by computer, it checks in the master curve which shows the computed amount of the maximum asymmetry, radius of curvature, the 1st distance, or the 2nd distance in drawing 6 , the drawing 7 , the drawing 8 , or the drawing 9 , and the incurvation-proof life of the flat cable 10 is predicted. If it has such a master curve, the incurvation-proof life of a flat cable 10 can be easily predicted only by finding the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 at the time of equipping a flexibility evaluation testing device, radius of curvature, the 1st distance, or the 2nd distance.

[0027] Moreover, it is the error which was not avoided in the conventional example when either the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 at the time of the incurvation computed with the finite element method, radius of curvature, the 1st distance or the 2nd distance estimated an incurvation-proof life. It is enabled to abolish variation and can search for conditions effective in the enhancement in an incurvation-proof life to accuracy more. That is, the evaluation result obtained from the incurvation-proof life forecast technique of the complex by this example is excellent in respect of the reliability as compared with the conventional evaluation technique performed experimentally.

[0028] By the way, even if there is no experimental result of an incurvation-proof life, it can check that the amount of the maximum asymmetry of a conductor 11 is the flat cable 10 with which the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration as the parvus has the flexibility which was as excellent as the parvus (the 1st distance $d1$ and the 2nd distance $d2$ are for the parvus so that radius-of-curvature r is large). Therefore, when a master curve which was mentioned above is not being prepared, even if it is, a relative comparison of a flexibility can be performed by comparing in quest of the amount of the maximum asymmetry of the conductor 11 at the time of the incurvation in the flat cable 10 of different conditions, or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration. And this is applicable to research of conditions advantageous to the enhancement in a flexibility.

[0029] In addition, the conductor which consists of annealed copper in the above-mentioned example and the

insulator which consists of a polyester film, Although the flat cable constituted from the adhesives which consist of a polyester system material was used as complex and the case where the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration was altogether calculated using a computer was explained, using a U character sliding incurvation testing device as a flexibility evaluation testing device These are mere instantiation and it cannot be overemphasized in this invention that it is not what is limited to the example which how to calculate the amount of gaps from the structure of complex, a component, a flexibility evaluation testing device, and an ideal semicircle etc. mentioned above.

[0030] moreover — an above-mentioned example — a conductor — although the case where a forecast of an incurvation-proof life and a relative comparison of a flexibility were performed was explained based on either the amount of the maximum asymmetry of the section, or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration — a conductor — of course in view of both the amount of the maximum asymmetry of the section, and the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration, it comes out that it may be made to perform a forecast of a

[0031]

[Effect of the Invention] as mentioned above, the conductor of the complex at the time of equipping a flexibility evaluation testing device in invention of a claim 1 — it is possible to predict the incurvation-proof life of the complex very easily by calculating the amount of the maximum asymmetry of the section, and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration Therefore, when searching for many incurvation-proof lives about the complex of a seed, in the conventional example, the great effort and great time which were needed for the sample production / incurvation examination can be cut down, and it also becomes possible to attain suitable increase in efficiency of a search of conditions for the enhancement in an incurvation-proof life and speeding up of a new product development. Moreover, since it is the evaluation technique which was excellent in respect of the reliability, it can use also as an index which supports the reliability of complex.

[0032] moreover, the conductor of the complex at the time of equipping a flexibility evaluation testing device in invention of a claim 2 — since the flexibility of the complex of a modality different by measuring the amount of the maximum asymmetry of the section and/or the amount of gaps from the ideal semicircle of an incurvation configuration mutually can be evaluated relatively, it can greatly contribute to the promotion of a development of complex which has the outstanding flexibility

[Translation done.]